



CIRAD



TECHNIFERT S.A.

VALORISATION DES PHOSPHATES NATURELS DU VIETNAM

COMPTE RENDU DE MISSION

DU 29 NOVEMBRE AU 8 DECEMBRE 1989

Binh TRUONG

Christian FAYARD

AOUT 1990

SOMMAIRE

Avant-Propos

- 1. L'Institut de Chimie Industrielle**
- 2. Les ressources en phosphates**
- 3. Le gisement de phosphate de Lao Cai**
 - 3.1. Enrichissement
 - 3.2. Production des engrais phosphatés
- 4. Situation des engrais**
- 5. Prix des engrais**
- 6. Visite dans la province d'An Giang**
- 7. Visite dans la province de Dong Thap**
- 8. Phosphates partiellement solubilisés par l'ICI**
- 9. Proposition d'un programme de coopération**
 - 9.1. Les atouts et les contraintes
 - 9.2. Les étapes des actions à entreprendre
 - 9.3. Tests pour la fabrication de phosphates partiellement solubilisés

10. Conclusion

Bibliographie

Annexes

AVANT-PROPOS

Cette mission a été effectuée à l'invitation de l'Institut de Chimie Industrielle de Hanoi, et avait pour objet de :

- discuter sur les phosphates naturels du Vietnam, pour rechercher leur meilleure utilisation possible ;
- proposer éventuellement un programme de coopération ;
- contacter les responsables des provinces, susceptibles de participer au projet.

Nous avons visité le Nord et le Sud, les Centres de Recherches Agricoles et Industrielles, deux provinces du Delta du Mékong.

Nous tenons à remercier très sincèrement toutes les personnes qui ont bien voulu nous consacrer leur temps, faciliter nos visites, fournir tous les renseignements souhaités.

1. L'INSTITUT DE CHIMIE INDUSTRIELLE (ICI)

Il dépend du Ministère de l'Industrie Lourde, et a repris en 1955 les anciens laboratoires du Service des Mines de l'Indochine. Il dispose d'un terrain de 5 ha, des bâtiments de 3.000 m² et 800 m² de laboratoire.

L'effectif est composé de 225 personnes, dont :

- 3 professeurs
- 2 docteurs et 22 vice-docteurs
- 28 ingénieurs.

L'Institut est divisé en trois sections :

- gestion et administration,
- recherche,
- réalisation et expérimentation.

La section recherche est la plus importante ; elle comprend 15 laboratoires dont certains directement liés à l'agriculture : laboratoire d'analyses chimiques, engrais, pesticides, chimie agricole, microbiologie.

En matière d'engrais, l'Institut a surtout travaillé sur les procédés de transformation des phosphates naturels par :

- voie thermique : phosphate fondu, aggloméré, défluoré ;
- voie humide : superphosphate, acide phosphorique, engrais complexe, phosphate partiellement solubilisé ;
- la réalisation des usines d'acide phosphorique à Duc Giang, de superphosphate à Lam Thao et de phosphate fondu à Van Dien.

2. Ressources en phosphates

Le Vietnam possède des réserves importantes de phosphates naturels (Fig. 1), le plus grand gisement se trouve dans le Nord-Est à Lao Cai, les réserves sont estimées à un milliard de tonnes.

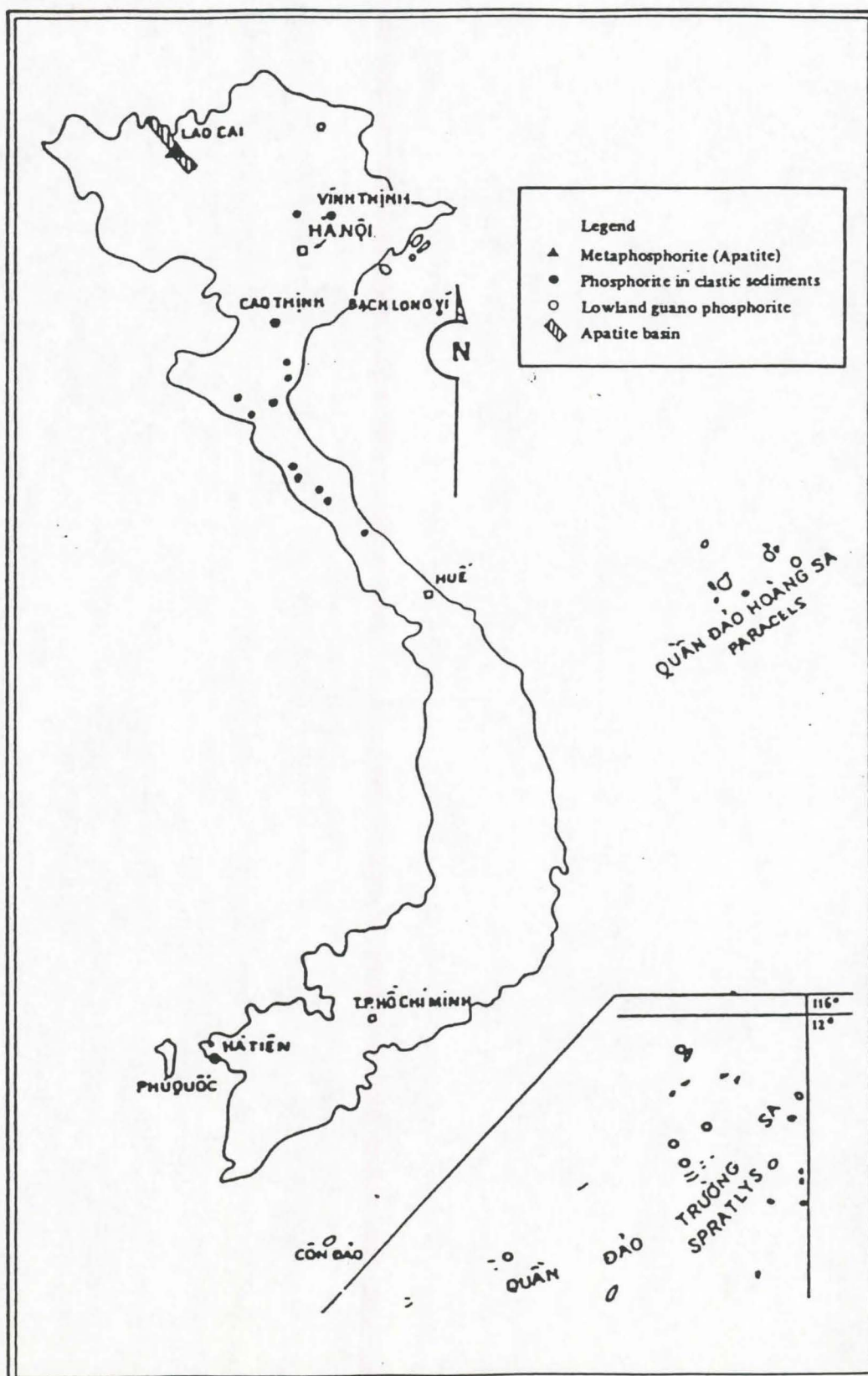
Les petits gisements sont disséminés au Nord du Centre Vietnam et à l'Est du Nord Vietnam, à Thanh Moa, Nghe Tinh, Cao Bang, Vinh Phu, Hoang Lien Son, Lang Son, Ha Son Binh, et dans l'extrême Sud à Ha Tien. Ce sont des phosphates karstiques provenant du lessivage des calcaires phosphatés du Dévonien ou Carbonifère-Permien, les teneurs en P₂O₅ sont très variables, de

Figure 1 - Gisements de phosphates au Vietnam

Source : HOANG NGA DINH, 1986

GISEMENTS DE PHOSPHATES AU VIETNAM

Source : HOANG NGA DINH, 1986



14 à 37%, leurs solubilités aussi. Les réserves varient de quelques centaines de milliers de tonnes pour les plus grands à quelques dizaines de milliers de tonnes pour les petits. Certains gisements ont été exploités depuis 50 ans de façon artisanale, les sorties totales sont estimées à 200.000 T. Leur intérêt est très localisé.

Les phosphates de type Guano se trouvent dans les îles Hoang Sa (Paracels) et Truong Sa (Spratleys). Ce sont des dépôts d'excréments d'oiseaux de mer sur du calcaire coralien. Les teneurs en P_2O_5 varient de 12 à 33% et les réserves sont estimées à :

- 4,7 millions de T à 20% de P_2O_5 aux îles Hoang Sa,
- 0,7 million de T à 17,5% de P_2O_5 aux îles Truong Sa.

(Source : Hoang Nga Binh, 1986)

Les phosphates sont en général très tendres et peuvent être utilisés directement sans transformation, en particulier sur les sols acides ; les résultats sont excellents sur les rendements des cultures et sur l'amélioration foncière des sols (exemples d'Indonésie, Madagascar).

Leurs exploitations ont commencé dans les années 20, mais de façon épisodique, et plus récemment dans les années 60 par la Société des Engrais du Vietnam, pour fournir de la matière première à l'usine de broyage de Tan Thuan sur le continent, avec une capacité de 24.000 T/an.

Ces ressources méritent une attention particulière, d'une part pour les qualités des phosphates et les utilisations spécifiques, d'autre part pour sauvegarder l'environnement écologique des îles basses. Actuellement, l'exploitation rationnelle est entravée par le manque de moyens de transport (350 km au large de Da Nang), et la tension avec la Chine qui revendique ces îles.

3. Phosphate de Lao Cai

C'est un phosphate sédimentaire ancien (Précambrien, 600-750 millions d'années), légèrement métamorphisé (dolomie-apatite). Le gisement forme une ceinture de 3 à 5 km de large et de 70 km de long, du Nord-Ouest au Sud-Est de Lao Cai.

On distingue quatre catégories selon les teneurs en P_2O_5 du minéral (Tableau 1) :

Tableau 1 - Caractéristiques des phosphates de Lao Cai

Source : Institut de Chimie Industrielle, 1989

	1 ^{ère} catégorie	2 ^{ème} catégorie
Réserve prouvée en millions de T	34	251
Composition chimique		
P ₂ O ₅ total %	28-30,7	18,7-23,7
CaO	42,6-54,6	39,8-48,7
MgO	0,22-2,92	3,25-7,13
Fe ₂ O ₃	0,68-7,53	0,96-2,03
Al ₂ O ₃	0,4-6,28	0,2-1,22
MnO	0,12-1,08	0,19-0,85
Matières insolubles	2,34-4,4	3,06-12,4
Perte au feu	1,14-4,67	8,75-15,8
Composition minéralogique		
Fluor-apatite %	90-98	60-80
Quartz	1-7	2-7
Muscovite	1-2	1,2-2
Hydroxyde de fer et manganèse	2-3	1-3
Calcite-dolomite	grains isolés	25-30

Caractéristiques des phosphates de Lao Cai

Source : Fertilizer International, 1986

Caractéristiques	Catégories		
	1	2	3
Réserves en millions de T	66 à 150	165	99
Teneur en P_2O_5 , %	34,8	31,0	18,8
Teneur en CaO	52,1	47,8	22,9
Teneur en Al_2O_3	2,37	3,4	10,08
Teneur en Fe_2O_3	1,73		4,12
Teneur en SiO_2	0,25	0,5-5,0	40-50
Teneur en MgO	0,33	1,74	0,44
Teneur en CO_2	8,6		0,11
Teneur en F	2,99	0,88	

1. C'est la partie supérieure, enrichie par altération et lessivage de carbonate et de silice, à haute teneur en P_2O_5 (33-35%), il est utilisé actuellement pour fabriquer le superphosphate à Lam Thao et l'exportation, mais les réserves sont limitées.
2. C'est la partie inférieure, non altérée, l'horizon principal du gisement, épais de 6 à 12 m, mélange de fluorapatite et dolomie, avec une teneur moyenne en P_2O_5 (23-24%), utilisé pour la fabrication du thermophosphate à Van Dien.
3. C'est un mélange de phosphate altéré avec du quartz, riche en silice, aluminium, hydroxyde de fer. La teneur en P_2O_5 est faible (16-18%) et nécessite un enrichissement avant utilisation.
4. C'est un phosphate pauvre, 8-10% de P_2O_5 , son exploitation n'est pas envisagée pour le moment.

L'exploitation à grande échelle a commencé en 1957 avec l'assistance technique et financière de la Roumanie. La production progressait rapidement : 23.500 T en 1956, 490.000 T en 1960 et 930.000 T en 1963 (voir Tableau 2).

Ainsi, dans les meilleures années, la production a atteint 1,5 millions de T dont 1,1 à l'exportation. La mine a souffert à deux reprises de bombardements, en 1966-1969 et en 1979, qui ont réduit considérablement la production. A présent, elle redémarre et tourne autour de 300.000 T/an.

3.1. Enrichissement

Le programme d'assistance de la Roumanie a prévu de fournir une usine complète d'enrichissement par flottation pour produire 500.000 T/an de concentré à 35-38% de P_2O_5 , mais il semble qu'il n'y ait pas eu de suite.

Par contre, une usine plus importante est en construction avec l'aide soviétique, depuis 10 ans, et devrait entrer en production en 1991, avec une capacité de 1.500.000 T de concentré par an. L'investissement s'élèverait à 150 milliards de dông (37 millions de \$ US).

De nombreux problèmes subsistent, en particulier celui de la fourniture et du recyclage des liqueurs denses, et celui du prix de revient. L'enrichissement d'un minerai de 16 à 35% de P_2O_5 , avec 65% de récupération, coûterait neuf fois le prix de l'extraction.

Tableau 2 - Production de phosphate naturel en milliers de tonnes

Source : Annuaire FAO des Engrais, 1988

1976	1 500
1977	1 500
1978	1 500
1979	
1980	110
1981	110

1982	160
1983	150
1984	200
1985	250
1986	300
1987	300

L'enrichissement des phosphates du type de Lao Cai est très difficile. D'une part, les minéraux sont microcristallisés et intimement imbriqués, ce qui exige un broyage fin avant le traitement de séparation densimétrique ; d'autre part, les densités des deux principaux minéraux, apatite et dolomie, sont proches, ce qui nécessite l'utilisation des produits organiques coûteux pour les séparer.

Compte tenu de l'importance de l'enjeu, réserves considérables des catégories 2 et 3, coût de l'usine d'enrichissement (investissement et fonctionnement), nous pensons que ce sujet mérite une étude complémentaire pour voir s'il existe d'autres solutions plus simples et plus économiques.

3.2. Production des engrais phosphatés

Actuellement trois types de produits sont proposés sur le marché.

- a. *Phosphate brut moulu* (PB), environ 40.000 T/an. Compte tenu des qualités assez médiocres (solubilités faibles), l'utilisation directe ne peut être envisagée que sur des sols très acides et des cultures à période d'absorption longue, comme les arbres fruitiers, l'hévéa, ...
- b. *Thermophosphate* ou phosphate fondu (PF). L'usine de Van Dien, au Sud-Est de Hanoi, a été construite avec l'aide chinoise. Elle utilise le phosphate de deuxième catégorie, de la serpentine et du charbon. La production est d'environ 57.000 T/an.

Cet engrais n'a pas connu le succès qu'il mérite ; la raison principale en est sa faible teneur en P_2O_5 (15,5%), qui ne justifie pas son transport sur de grandes distances. Mais il contient beaucoup de calcium et de magnésium et devrait donner de bons résultats sur les sols acides, désaturés.

La fabrication utilise une technologie ancienne et consomme beaucoup d'énergie. Mais le Vietnam possède des réserves considérables en charbon (20 milliards de T) et produit 7 millions de T/an. D'autre part, le phosphate fondu utilise des matières premières peu coûteuses, phosphate de 2^{ème} ou 3^{ème} catégorie, serpentine, ...

Cette question mérite une étude économique et surtout logistique pour circonscrire les zones de rentabilité, approvisionnement en matières premières et distribution des engrais.

c. *Superphosphate simple (SSP)*

- **L'usine de Lam Thao**, à Vinh Phu, au Nord-Ouest de Hanoi, situé sur la route Lao Cai-Hanoi, est construite en 1962 avec l'aide soviétique. Elle utilise le phosphate catégorie 1 de Lao Cai et de l'acide sulfurique fabriqué à partir de la pyrite importée d'URSS, par contrat de longue durée.

La capacité actuelle est de 400.000 T/an, et sera portée en 1990 à 500.000 T/an, mais la production en 1988 était seulement de 340.000 T/an, à cause des problèmes d'écoulement, les paysans préférant le DAP importé.

Le SSP produit à Lam Thao revient à 185 đồng/kg¹, il est vendu sortie usine 110 đồng/kg, avec une décote de 75 đồng/kg ; il vaut 160 đồng à Hanoi et 240 dans le Sud. Un calcul sommaire montre que :

- 100 kg de SSP à 16,5% de P_2O_5 coûtent 2.400 D, soit 1.454 D/kg de P_2O_5 ,
- 100 kg d DAP (18 N et 46 P_2O_5) coûtent 80.000 D, soit 1.250 D/kg d'unité fertilisante.

Donc le DAP revient moins cher que le SSP à l'unité fertilisante ; il est efficace, facile à transporter ; enfin, il a tous les avantages. Pour soutenir une telle concurrence, ça va être très difficile. On peut essayer de réagir sur deux plans : le prix et la présentation.

Il est nécessaire de déterminer les coûts de production à Lam Thao ; l'utilisation de la pyrite importée n'est pas forcément la solution la plus économique ; en effet, son transport revient cher car sa teneur en soufre est de l'ordre de 45%, alors que le soufre-fleur en contient 100%. D'autre part, la combustion du soufre fournit de l'énergie qui peut faire tourner toute l'usine. Enfin, l'investissement pour une chambre de combustion du soufre serait de l'ordre du tiers de celui d'une unité de grillage de la pyrite.

Une autre possibilité intéressante consisterait à acheter de l'acide sulfurique fatal, en abondance dans la région (Japon, Corée), autour de 50 \$/T.

Il est possible d'élargir la gamme de produits à Lam Thao, en proposant des engrais plus ciblés, phosphate brut, partiellement et entièrement solubilisé, des complexes NP, NPK, NPK + oligoéléments, pour répondre aux besoins spécifiques des cultures et des sols, des engrais économiques et efficaces.

¹ Le \$ US vaut 4.000 đồng en novembre 1989.

La présentation a aussi son importance. Il faut se rapprocher des goûts des utilisateurs, taille et forme des granules, couleur, conditionnement pour faciliter le transport et les manipulations.

- **Projet d'usine à Long Thanh**

Ce projet est en cours de réalisation à Long Thanh, province de Dong Nai, à l'Est de Hô Chi Minh Ville, d'une capacité de 100.000 T/an de SSP, et devrait entrer en production en 1991.

Elle utilisera le phosphate de Lao Cai, catégorie 1. C'est un projet financé par le Ministère de l'Industrie Chimique et les quatorze provinces du Sud, dont les neuf du Delta du Mékong. Les besoins en engrais sont énormes dans cette région, ce qui explique l'empressement des provinces à participer au projet.

Compte tenu des difficultés d'écoulement du SSP de Lam Thao, on peut s'inquiéter sur la compétitivité de celui de Long Thanh, car le phosphate de Lao Cai devrait parcourir une distance supplémentaire de 1.500 km ; par quel moyen et à quel prix ?

Le prix du phosphate de Lao Cai est de 50.000 D/T à la mine (environ 12,5 \$ US/T). Le transport par bateau vers le Sud est estimé à 150.000 D/T (37,8 \$ US), au total 50\$ US. C'est à peu près le même prix sur le marché international (achat 30 \$ + transport 20 \$ la tonne).

Il reste l'approvisionnement en acide. Le plus économique serait d'acheter de l'acide sulfurique fatal, par cargaison de 30.000 T pour diminuer le coût de transport.

Pour concurrencer le DAP, il faut diminuer au maximum les coûts de production et proposer une gamme de produits plus adaptés aux conditions d'utilisation.

5. SITUATION DES ENGRAIS

Les informations complètes et précises sont difficiles à obtenir. Les chiffres présentés ci-après sont les résultats des recoupements des documents de l'ESCAP-FADINAP et de la FAO. Les risques de confusion proviendraient du fait que les statistiques locales sont exprimées en équivalent sulfate d'ammoniaque pour l'azote, et superphosphate simple pour le phosphore.

Les consommations ont augmenté rapidement ces dernières années (Tableau 3), surtout pour l'azote. Le phosphore a plus que doublé entre 1987

Tableau 3 - Consommation d'engrais en milliers de tonnes

Source : ESCAP-FADINAP, 1989

Année	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Total
1976	197,4	51,6	22,0	271,0
1980	88,3	30,2	34,5	153,0
1981	169,1		22,8	191,9
1982	214,7		9,0	223,7
1983	318,3		16,4	334,7
1984	299,1	47,5	28,3	374,9
1985	293,4	61,1	31,1	385,6
1986	413,9	56,0	54,0	523,9
1987	313,3	73,6	34,3	421,2
1988	426,9	179,2	34,9	641,0

et 1988. Le potassium reste stationnaire, ce qui crée un certain déséquilibre. Le Vietnam est le pays qui consomme le moins de phosphore et de potassium par rapport à l'azote (Tableau 4).

La production n'a pas suivi cette augmentation (Tableau 5). L'usine d'urée ne tourne qu'à 30% de sa capacité, 33.000 T pour une capacité de 110.000 T, en 1988. Cet état serait dû aux problèmes de qualité de charbon utilisé et au manque de pièces détachées.

L'usine de superphosphate tourne à 85% de sa capacité, pour des raisons évoquées plus haut.

Dans ces conditions, c'est l'importation qui a assuré l'accroissement de la consommation (Tableau 6).

En résumé, les importations représentent (Tableau 7) :

- 96,4% de la consommation en azote
- 54,9% de la consommation en phosphore
- 100% de la consommation en potassium.

Pour l'azote, la situation peut changer avec la mise en valeur du gaz naturel du Bassin du Fleuve Rouge et du pétrole de Vhing Tau, pour la fabrication de l'ammoniac, mais l'échéance n'est pas précisée.

Par contre, pour le phosphore, les résultats peuvent être rapides avec les modifications de l'usine de Lam Thao et le démarrage de celle de Long Thanh, en 1991, surtout s'il y a élargissement de la gamme des produits.

5. PRIX DES ENGRAIS

Pour les engrais achetés avec les fonds de l'Etat, les prix sont fixés par le Conseil des Ministres, sur recommandation du Comité d'Etat des Prix et du Ministère de l'Agriculture et de l'Industrie Alimentaire.

Ainsi, l'urée, l'engrais le plus utilisé, est vendu par le secteur public à 500 D/kg dans tout le pays, et indexé sur le rapport 1 kg d'urée = 2 kg de paddy. Ce rapport tend vers 1/3 ces derniers temps.

Pour les engrais importés directement par les provinces, les prix sont libérés pour leur permettre de faire des profits.

Tableau 4 - Comparaison des équilibres N - P₂O₅ - K₂O dans les différents pays de la région, en 1987-1988

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Chine	1	0,27	0,08
Inde	1	0,39	0,16
Indonésie	1	0,39	0,17
Philippines	1	0,20	0,17
Thaïlande	1	0,43	0,28
Vietnam	1	0,14	0,09
Europe de l'Ouest	1	0,46	0,49
Amérique du Nord	1	0,41	0,46
Monde	1	0,49	0,36

Tableau 5 - Production des engrais en milliers de tonnes

Source : ESCAP-FADINAP, 1989

Année	Urée	Supersimple	Thermo-phosphate	Phosphate naturel moulu
1981	9,6	173,2	12,1	35,3
1982	11,0	174,2	15,9	37,4
1983	20,2	188,0	23,0	15,3
1984	7,8	121,0	14,0	77,0
1985	15,0	322,0	45,2	118,8
1986	16,8	295,0	41,0	118,9
1987	19,6	301,8	40,0	69,5
1988	33,0	335,8	57,4	39,1

Tableau 6 - Importation des engrais en milliers de tonnes
Source : ESCAP-FADINAP, 1989

Année	Urée	Sulfate d'ammoniaque	Complexes NPK et DAP	KCl	K ₂ SO ₄
1981	309,4	126,6		42,1	3,4
1982	407,3	161,0	39,5	14,3	3,7
1983	620,1	253,6	2,1	28,9	4,0
1984	491,7	237,0	174,1	51,7	4,9
1985	544,9	176,1	58,7	56,3	5,8
1986	782,9	211,8	94,1	108,0	1,3
1987	583,7	198,6	60,5	63,4	6,6
1988	727,5	184,3	214,3	51,9	7,0

Tableau 7 - Situation des engrais en 1988, en milliers de tonnes
Source : ESCAP-FADINAP, 1989

Engrais	Azotés	Phosphatés	Potassiques	Complexes	Total
Production	33,0	432,3			465,3
Importation	911,8		58,9	214,3	1 185,0
Consommation	944,8	432,3	58,9	214,3	1 650,3

Unités fertilisantes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Total
Production	15,1	80,7		95,8
Importation	411,8	98,5	34,9	545,2
Consommation	426,9	179,2	34,9	641,0

Le marché libre est assez florissant et représente 20% des ventes d'engrais. Les prix sont variables :

	Urée	Paddy	Rapport
Hanoi	820	540	1,52
Hai Phong	800	510	1,57
Nam Dinh	830	465	1,78
Hue	750	400	1,88
Da Nang	720	465	1,55
Nha Trang	750	360	2,08
Hô Chi Minh Ville	670	365	1,84
My Tho	610	340	1,80
Can Tho	630	325	1,94

Source : MUST R.W., 1989

On remarque que les rapports sont proches de deux dans le Sud du pays.

Structure du prix de l'urée

L'urée est essentiellement importé de l'URSS au prix de 160 roubles/T, soit 544.000 D/T.

La Compagnie Générale de Fourniture de Matériels Agricoles (CGFMA), distributeur officiel, reçoit du Gouvernement 27.000 D/T pour réception et manutention, soit un total de 571.000 D/T.

Elle revend à 400.000 D/T aux grossistes des provinces et des districts, soit une subvention de 171.000 D/T.

La différence de 100.000 D/T (500.000 D/T vendu aux paysans - 400.000 D/T de la CGFMA) sert à couvrir les frais de transport (40.000 à 86.000 D/T), les pertes et les marges ; ainsi les marges sont très faibles dans les régions éloignées.

Prix du marché libre

Les prix relevés dans les deux provinces du Sud (Tableau 8) sont assez proches de ceux pratiqués sur le marché international, à la même époque (tableaux 9 et 10). Les importateurs ont su profiter des variations saisonnières pour acheter au bon moment.

**Tableau 8 - Prix des engrais au Sud-Vietnam en décembre 1989
payés par les paysans (taux de change 1 \$ US = 4.000 dông)**

Types d'engrais et origine	Province de An Giang Delta du Mékong			Province de Long An (Plaine des Joncs)	
	Prix de gros D/kg	Prix détail D/kg	\$ US/T	Prix détail D/kg	\$ US/T
Urée (URSS)	540	545-550	137	580	145
Urée (URSS) ensachée sur place	480	510-520	130		
Urée (Philippines, France)	535-540	560-570	142		
DAP (Maroc)	700-710	730-740	185	820	205
DAP (Philippines)	930-940	960-970	242		
DAP (France)	1130-1150	1200-1210	302		
NPK 16-16-8 (Corée)	580	600-610	152	600	150
NPK 20-20-0	740	760	190	780	195
NPK 6-6-12 (local)				284	71
NPK 5-5-3 (local)				260	65
NPK 9-12-6 (local)				160	40
KCI				300	75
Sulfate d'ammoniaque				292	73

Tableau 9 - Prix des engrais sur le marché international en dollars US par tonne, prix FOB au 15/12/1989
Source : Fertilizer Market Bulletin

	En vrac	En sac
Urée		
Europe Est (Mer Noire)	80-85	85-90
Moyen-Orient	90-95	100-110
Indonésie	102-107	105-115
Vénézuéla	95-100	
US Gulf perlé	102-107	
US Gulf granulé	100-115	
Sulfate d'ammoniaque		
Europe Ouest	40-55	60-72
Europe Est	40-50	50-60
US Gulf	45-55	
Japon, Corée		55-65
DAP		
Maroc	171-173	195-200
Tunisie	172-175	200-205
Jordanie	175-177	205-210
Corée		225-227
US Gulf	145-146	
TSP		
Maroc	144-147	163-170
Tunisie	145-147	165-170
US Gulf	112-113	
Chlorure de Potassium		
Vancouver	96-98	
US Gulf	96-97	
Europe Ouest	99-103	
Europe Est	82-90	
Jordanie	95-100	
Israël	90-95	
Sulfate de potassium		
US Gulf	194-198	
Europe Ouest	182-190	

6. PROVINCE D'AN GIANG

Nous avons été reçus par MM. Nguyen Huu Khanh, Premier Vice-Président du Comité du Peuple de la Province, Nguyen Minh Nhi, Directeur des Services Agricoles, et leurs collaborateurs.

La province a une superficie de 3.493 km² et 1,6 millions d'habitants. Elle comprend deux grandes régions :

- a. la partie située entre les deux bras du Mékong, alluvionnaire riche, deux récoltes de riz par an, plus une troisième culture, souvent en soja. La première culture de riz est semée en novembre (hiver-printemps) après les crues du fleuve, apport d'alluvions, et drainage d'eau douce. Les rendements sont plus élevés que la deuxième culture qui est semée en avril-mai (été-automne) et récoltée en août pour éviter les inondations. Les zones basses ne supportent qu'une culture de riz, flottant ou à cycle long, suivi par maïs, soja ou pastèque ;
- b. la région à l'Ouest, limitrophe avec le Cambodge, est plus haute et plus pauvre, alluvions jaunes et vertes acides pH 5,5 (127.000 ha) et sols alunés pH 3,5 (57.000 ha), tourbes alunées, et des collines de granite, altitude 600 m, ressources en molybdène et eaux minérales.

Le port de Long Xuyen (chef-lieu de province) peut accueillir des bateaux de 3.000 T et les grands canaux des bateaux de 300 T.

Le calcaire de Ha Tien, distant de 120 km, est acheminé en 10 heures par bateau, au prix de 19 dông/tonne/km par voie maritime et 80 dông par voie fluviale.

Production agricole en 1988

	Surface ha	Rendement kg/ha	Production T
Riz hiver-printemps	94 634	5 347	506 140
Riz été-automne	93 300	4 270	398 400
Riz à cycle long	75 000	1 113	76 000
Riz total	262 934	3 728	980 400
Maïs	6 829	3 728	980 400
Manioc	1 452	8 510	12 361
Soja	4 120	1 620	7 180
Mung Bean	11 654	940	10 914
Sésame	9 622	550	5 307
Pastèque	1 826	16 850	30 768
Canne à sucre	2 713	43 350	117 610
Jute	280	1 790	500

Consommation d'engrais

En 1988 :

- 50.000 T d'urée, de sources diverses
- 30.000 T de complexes, essentiellement DAP du Maroc, France, Philippines et 16.16.8 de Corée.

Ces quantités sont nettement insuffisantes par rapport aux besoins. La fertilisation courante du riz est de 200 kg d'urée et 100 kg de DAP/ha. Avec 260.000 ha cultivés, il faudrait déjà 52.000 T d'urée et 26.000 T de DAP, rien que pour le riz.

Les besoins sont estimés à 100.000 T d'urée et 45.000 T de DAP.

L'urée est vendue aux cultivateurs à 520-550 D/kg et le DAP à 750-1.000 D/kg.

Le DAP venant de France est très demandé, à cause de la qualité, meilleure présentation, emballage, étiquette, marketing, et vendu plus cher : 1.200 D/kg.

En général, le surcroît de rendement est de :

- 15 kg de paddy (4.500 D) par kg de N (1.200 D)
- 20 kg de paddy (6.000 D) par kg de P_2O_5 (2.000 D).

Le paddy est vendu à 300 D/kg, donc la fertilisation est rentable.

La fertilisation potassique n'est pas jugée nécessaire. On estime que la restitution des résidus des récoltes et des cendres de balles de riz est suffisante, mais on reconnaît l'utilité du potassium qui augmente la qualité des grains.

Les engrais locaux, supersimple et thermophosphate, ne sont pas utilisés, à cause du prix de transport (1 sac de DAP = 4 sacs de SSP) et de l'effet trop lent par rapport au DAP.

Mais l'augmentation de la consommation d'engrais passe par l'importation, donc par la disponibilité en devises. La province est consciente de cette situation et fait des efforts d'exportation pour ramasser des devises, car elle ne peut pas compter sur l'aide de l'Etat.

En 1988, elle exporte déjà 100.000 T de riz, 20.000 T de maïs, 5.000 T de crevettes, et autres produits, poissons, anguilles, bovins. Le montant des exportations est estimé à 55 millions de dollars en 1989, et sera triplé en l'an 2000.

La province est prête à participer au projet engrais, à faire des essais avec les nouveaux produits et, le cas échéant, à l'investissement pour construire l'usine.

7. PROVINCE DE DONG THAP

Nous avons été reçu par :

- M. Nguyen Thanh Phong, Président du Comité du Peuple
- M. Vo Thanh Nghia, Vice-Président, chargé des investissements
- M. Nguyen Binh Dan, Chef des Services Agricoles.

La province a une superficie de 3.391 km², dont 327.000 ha de surface agricole, 1,2 millions d'habitants.

On trouve trois grands types de sols :

- a. les alluvions des berges, 2 à 3 km de part et d'autre du fleuve, 152.000 ha, sol riche pH 4,5-5,5, supportant deux cultures de riz par an. Les parties hautes sont plantées en légumes, soja, tabac, canne à sucre ;
- b. les sols alunés, faiblement, 2.100 ha, pH 4-4,5
les sols alunés, moyennement, 91.700 ha, pH 3,5-4
les sols alunés, fortement, 52.600 ha, pH 3-4

On arrive à installer deux cultures de riz par an, à condition de bien maîtriser l'alun.

Le traitement des terres alunés est compliqué et concerne l'ensemble de la Plaine des Joncs (Dong Thap Muoi), de 700.000 ha, dont :
400.000 ha dans la province de Long An
250.000 ha dans la province de Dong Thap
50.000 ha dans la province de Tien Giang.

70% des sols sont alunés ; auparavant on ne peut y cultiver que du riz flottant à cycle long, huit mois, à rendement faible, 1,6-1,8 T/ha, adapté à six mois d'inondation par an.

La couche d'alun se trouve à 60 cm environ de profondeur ; il faut éviter de la toucher, toutes les techniques concourent à ne pas la mélanger avec la couche superficielle.

Au cours de l'année, la concentration d'alun varie : elle est minima en septembre-octobre, au moment des crues du fleuve qui diluent l'alun et apportent des alluvions, 15-25 T/ha, d'où l'intérêt d'un quadrillage de canaux pour amener très loin les alluvions. Après le retrait des eaux, la couche superficielle est exempte d'alun et le riz y pousse très bien. Les rendements de la saison hiver-printemps sont élevés : 5-6 T/ha.

Par la suite, il faut maintenir la nappe assez basse, par un système approprié d'irrigation/drainage, ou un labour à 20 cm de profondeur pour

couper la remontée d'alun, mais c'est parfois difficile et le rendement de la saison été-automne s'en ressent : 4 T/ha.

Malgré tout, les surfaces contrôlées augmentent chaque année et on arrive à faire deux cultures par an sur l'ensemble de la plaine, avec du riz à cycle court et à haut rendement.

- c. les sols gris, 26.600 ha, pH 4,5-5,5. Ce sont des anciennes alluvions, sans alun, mais latéritisées en profondeur, au Nord de la province. On y cultive surtout du riz pluvial, 1,5 T/ha, et des légumineuses (arachide).

Consommation d'engrais

En 1989 :

- 77.600 T d'urée
- 19.600 T de complexes DAP et NPK
- 19.000 T de KCl.

La fertilisation courante est de :

	Urée	Complexe	KCl
Riz hiver-printemps	200-250	50-150	50
Riz été-automne	150-200	100-200	50
Légumineuses	50-100	100-150	-

On met moins d'urée sur les alluvions riches et plus de NPK sur les sols alunés.

Les engrais complexes DAP et NPK donnent les meilleurs rendements, plus élevés que urée seul ; le sulfate d'ammoniaque est à déconseiller.

Le thermophosphate est plus efficace que le phosphate naturel de Ha Tien.

Le DAP est importé directement par la province au prix de 200-250 \$ US/T CIF Hô Chi Minh Ville en sac de 50 kg, ce qui n'est pas excessif.

Le prix du riz est de 320 D/kg de paddy et 500 D/kg de riz blanchi ; la fertilisation est très rentable.

Compte tenu de ses problèmes de sols alunés, la province est très intéressée par le projet engrais et se déclare prête à participer aux discussions et travaux préliminaires.

Relations avec l'extérieur

La province a 21 sociétés d'import-export, c'est un test pour les autres provinces.

En 1989, elle a exporté 350.000 T de riz, 10.000 T de soja, 1.000 T de tabac, des crevettes, poissons, galettes de riz, 250-300 T, en France et en Allemagne, 1.500 T à Hong-Kong, Singapour, Japon, pour un montant de 20 millions de dollars.

Les négociations sont faites par la province ; elle demande ensuite l'approbation du Gouvernement ; elle peut importer tout ce qui est nécessaire pour la province, 70% pour la production, 30% pour la consommation, sauf les produits de luxe : voitures, vélomoteurs, postes de télévision, etc.

La province a investi pour 25 millions de dollars en équipement, par ressources propres et emprunt.

Le port de Sa Dec peut accueillir des bateaux de 5.000 T en saison haute et 3.000 T en saison basse, à quai, et dispose de grues fixes et de magasins de stockage.

Les chalands peuvent transporter 500 T dans les grands canaux et 50-100 T dans les petits.

Les ports de Can Tho et Tra Noc, dans la province voisine, peuvent accueillir des bateaux de 10 à 20.000 T et sont reliés directement avec l'étranger.

8. PHOSPHATES PARTIELLEMENT SOLUBILISES (PPS)

8.1. Attaque partielle des phosphates de Lao Cai par l'ICI

Taux d'attaque : 30 kg d'acide sulfurique MHS par 100 kg de phosphate brut broyé à 100 microns, soit environ 64% par rapport au supersimple de Lam Thao.

Produits	PPS I	PPS II
Teneur en P_2O_5 du phosphate brut	30-31%	18-20%
Teneur en P_2O_5 du phosphate attaqué	20-21%	14%
Solubilité dans l'acide citrique 2%	50-60%	50-60%

Normalement, on devrait s'attendre à obtenir une solubilité eau ou eau-citrate neutre équivalente au taux d'attaque (64%) ; or, elle en est inférieure (50-60%) et avec l'acide citrique. Les conditions d'attaque n'étaient sans doute pas optima.

8.2. Essais PPS dans le Delta du Fleuve Rouge

	Alluvions	Sol dégradé	Sol dégradé
pH	7,8	6	6,2
P ₂ O ₅ fatal	0,15%	0,09	0,07
P ₂ O ₅ assim.	4,3 mg/100 g	7,2	13,8
K ₂ O échang.	7,2 mg/100 g	10,8	9,6
Matières organiques	1,8%	1,4	0,9
Culture	Riz var. NONGNGHIEP 8	Riz var. CR 203	Arachide var. TRAMXUYEN
Fert. base	120 N - 30 K ₂ O	90 N - 60 K ₂ O	22 N + 8 T Fumier +
Témoin	3,3 T/ha	3,9	2,2
SSP 67,5 P ₂ O ₅ /ha	3,7	SSP 60 P ₂ O ₅ = 4,93	SSP 60 P ₂ O ₅ = 2,4
PPS II 60 P ₂ O ₅	3,5	PPS II 60 P ₂ O ₅ = 4,89	PPS II 60 P ₂ O ₅ = 2,5
PPS II 80 P ₂ O ₅	3,6	PPS II 50 P ₂ O ₅ = 4,30	PPS II 50 P ₂ O ₅ = 2,5

Apparemment, les sols ne sont pas très carencés en phosphore. La différence entre SSP et témoin n'est significative que sur riz en sol dégradé ; dans ce cas le PPS est quasi équivalent au SSP à la même dose. Pour les autres essais, il n'est pas possible de comparer valablement les deux formes de P.

On constate une contradiction entre la réponse du riz aux champs et le seuil de carence en P de 18 mg de P₂O₅/100 g de sol selon la méthode Tchecknokov. Il y a une réponse à P avec 7,2 mg du P₂O₅ assimilable et pas de réponse à P avec 4,3 mg. Il serait opportun de tester d'autres méthodes plus sensibles et plus adaptées aux sols tropicaux.

8.3. Essais PPS dans le Delta du Mékong

Essais dans deux provinces		Tien Giang	Hau Giang
Analyses de sol	pH	6,3	4,1
	N total	0,14%	0,26%
	P ₂ O ₅ total	0,07%	0,05%
	P ₂ O ₅ assim.		4,16 mg/100 g
	K ₂ O échang.	22 mg/100 g	
	Matières organiques	14%	6,13%
	SO ₄ ²⁻		0,28%
Fertilisation kg/ha		90-30-30	80-60-30
Campagne riz IR 64		hiver-printemps 87/88	été-automne 88
Témoin sans P		2,70 T/ha	2,35 T/ha
Supersimple		4,36	4,57
Phosphate partiellement solubilisé		4,28	4,95

On constate que les résultats sont assez similaires dans deux sols assez différents. Il y a une carence grave en phosphore et l'apport de phosphate permet de doubler le rendement en riz. Le PPS est pratiquement équivalent au SSP, même dans le sol à pH 6,3, et en rizière inondée. Ces résultats sont encourageants pour la suite du projet.

8.4. Essais doses croissantes de PPS à Hau Giang

Traitements			Effet Direct	Effet Résiduel
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Eté-Automne 88 (T/ha)	Hiver-Printemps 88/89 (T/ha)
0	0	30	1,25	2,55
80	0	30	0,63	2,80
80	60 SSP	30	4,57	5,02
80	20 PPS	30	3,50	3,25
80	40 PPS	30	4,82	3,30
80	60 PPS	30	4,95	3,70

En effet direct, la carence en phosphore semble plus grave qu'en effet résiduel. Le PPS est très efficace en effet direct, équivalent au SSP, même à une dose inférieure, 40 kg contre 60 kg du SSP. Par contre en effet résiduel, le SSP retrouve sa supériorité. L'hydrophorie prolongée générerait la solubilisation de la partie non attaquée du PPS.

8.5. Essais comparaison des formes de phosphates

Dans trois localités de la Province de Hau Giang, avec une fertilisation 92 N - 32 P₂O₅. Rendement de riz en T/ha.

Traitements	Can Tho	My Xuyen	Chau Thanh	Moyenne
Témoin sans P	1,8	3,3	4,2	5,1
SSP	2,7	4,8	5,8	4,4
Thermophosphate	4,1	5,1	6,7	5,3
Phosphate brut de Ha Tien	2,7	5,0	5,6	4,4
6-6-3 local	3,6	5,3	5,4	4,7
5-10-3 local	3,8	5,8	5,7	5,1
16-16-8 importé	2,4	5,3	6,4	4,7
DAP importé	3,1	4,9	5,3	4,4

Le 6-6-3 local est un mélange de sulfate d'ammoniaque, phosphates naturels du pays (phosphorite de Lang Son, Thanh Hoa, Ha Son Binh, Ha Tien, ...) et de chlorure de potassium.

Le 5-10-3 local est un mélange variable de produits importés (urée, sulfate d'ammoniaque, DAP, TSP, KCl, ...).

On constate que les producteurs locaux sont très actifs et essaient de satisfaire le marché par des initiatives variées. Les résultats sont bons et soutiennent la comparaison avec les engrais importés et les produits fabriqués par les usines d'Etat (SSP et thermophosphate).

Le thermophosphate donne des résultats meilleurs que le SSP, grâce sans doute à sa teneur en calcium et magnésium plus élevée, éléments importants pour les sols très acide et alunés.

Le phosphate naturel de Ha Tien donne de bons résultats. Pratiquement équivalents au supersimple, il est sans doute plus tendre que le Lao Cai, mais beaucoup moins que ceux utilisés en application directe de par le monde (Caroline du Nord, Gafsa, Djebel Onk, avec des solubilités formiques de l'ordre de 70%, contre 42% à Ha Tien).

Phosphate naturel de Ha Tien, province de Kien Giang

P₂O₅ total = 8,36%

Solubilité en % du P total	à 30 min.	à 2 h
Eau	0,02	0,03
Citrate neutre	7,81	8,25
Acide citrique 2%	16,43	17,53
Acide formique	39,09	41,90

9. PROPOSITION D'UN PROGRAMME DE COOPERATION

9.1. Les atouts et les contraintes

Le Vietnam possède de grandes ressources, en produits énergétiques certes, pétrole, gaz, charbon, mais aussi calcaire, dolomie, serpentine, phosphates...

L'industrie des engrais, et plus généralement l'industrie des fertilisants, s'appuient sur un certain nombre de matières de base :

- matières énergétiques pour la production des engrais azotés,
- soufre pour la solubilisation du P_2O_5 par la voie sulfurique et comme élément fertilisant secondaire,
- minerais potassiques pour les engrais potassiques,
- phosphates pour les engrais phosphatés,
- minerais magnésiens pour apport de magnésium comme élément fertilisant secondaire,
- minerais calciques pour les amendements.

Le Vietnam aurait une position économiquement intéressante permettant de développer son industrie des engrais s'il valorisait mieux ses ressources en minerais phosphatés utilisables.

Principales ressources minérales

	Réserves	Production
Charbon	20 milliards de T	7 millions de T
Phosphates	1 milliard de T	300.000 T
Fer	40 millions de T	
Gaz naturel (Fleuve Rouge)	1,6 milliards de m ³	
Pétrole (Vung Tau)	300 millions de T	300.00 T

Tableau des matières contrôlées et utilisation

Gaz	→	NH ₃	Urée	NO ₃ H	NO ₃ NH ₄	
Minerais magnésiens (dolomie, serpentine)	→					MgO
Minerais calciques (carbonate, dolomie)	→					CaO
Minerais phosphatés	→					P ₂ O ₅
Soufre	→		Phosphates soufrés, SO ₄ H ₂			
SO ₄ H ₂ + phosphate	→		PO ₄ H ₃ , supersimple, PPS	→		P ₂ O ₅
Phosphate + PO ₄ H ₃	→		Supertriple	→		P ₂ O ₅
Phosphate + NO ₃ H + NH ₃	→		Voie attaques nitriques	→		N
						P ₂ O ₅

Seuls les minerais potassiques seraient à importer.

Le Vietnam contrôlerait la presque totalité de ses matières premières et ceci, lié à un marché potentiel important, devrait permettre un développement harmonieux.

Si le Vietnam possède des atouts sérieux et certains, il ne faut pas oublier que :

- la fabrication des engrais pose des problèmes de rentabilité ;
- le coût de l'engrais chez l'utilisateur final est affecté par bien d'autres facteurs que le coût de production et qu'il convient d'en tenir compte, si l'on ne veut pas avoir de désagréables surprises.

De ce fait, il faut être très prudent dans l'étude et dans ses conclusions.

A notre avis, le projet doit être pris dans son ensemble.

En appliquant une démarche globale qui intégrera tous les coûts réels de la fertilisation (adéquation avec la culture, coûts matières, coûts de distribution), le problème de production n'étant qu'un des aspects à prendre en compte.

Il paraît évident que le point de départ de notre étude est la bonne connaissance des phosphates disponibles, s'appuyant sur un échantillonnage sérieux des gisements, qui servirait à toutes les études :

- caractérisation précise,
- essais d'enrichissement,
- tests de transformation industrielle,
- tests agronomiques.

Toutes les analyses de caractérisation réalisées sont, selon notre expérience, incomplètes et sont essentiellement inspirées par l'utilisation traditionnelle des phosphates (solubilisation totale).

Or, il conviendra d'explorer toutes les voies alternatives (application directe, solubilisation partielle, etc.). Et, dans ces conditions, il est nécessaire de mettre en œuvre un certain nombre de techniques particulières.

De même, les tests agronomiques devront faire l'objet d'un protocole commun et être adaptés à ces nouvelles voies :

- tests de classement qui permettent de comparer en valeur relative l'efficacité agronomique des produits (essais en vases de végétation) ;
- tests de mesures statistiques de l'efficacité de produits permettant la réalisation de calculs économiques (essais aux champs).

Une des contraintes majeures de la fertilisation est la saisonnalité très accentuée de la consommation des engrais, nécessitant :

- un stockage important des engrais en morte saison, car la production intégrée verticalement nécessite de produire en permanence, générant :
 - des contraintes de qualités de conservation des produits finis,
 - des frais financiers importants,
 - des investissements en stockages intermédiaires ;
- des difficultés de transport et de distribution (manque de moyens de transport en pleine saison, d'où coût élevé) ;
- la mise en œuvre d'une politique de rétribution des achats en morte saison. Le producteur est dans ce cas plus ou moins prisonnier du distributeur final et le bilan financier de ce genre d'opérations peut être très lourd. De plus, cette politique n'est pas facile à gérer dans la situation actuelle (variation importante du cours des engrais, inflation, etc.).

En résumé, la potentialité de réalisation d'un projet de coopération existe (marché, nécessité de développement, ressources nationales en matières premières de base, volonté politique de changement, présence d'un tissu industriel, partenaire motivé, etc.).

Projets de coopération

Il est incontestable que le groupe français représenté dans cette affaire par le CIRAD et Technifert SA a une expérience importante et originale dans le domaine de la fertilisation phosphatée et que son appui et sa coopération peuvent être des facteurs décisifs de réussite.

Cependant, le projet est essentiellement basé sur l'utilisation des phosphates locaux, et il est clair qu'il convient au départ de bien connaître ces derniers pour déterminer ce qu'on peut en faire, d'où la nécessité d'une étude sérieuse de caractérisation de ceux-ci.

Cette étude effectuée, il faudra définir un projet complet et déterminer la faisabilité de celui-ci.

En fonction des résultats de cette dernière étude, on pourra alors réfléchir aux montages financiers envisageables ou sur les formes de coopération à mettre en œuvre.

Conclusion

Si l'on veut aller vite et ne pas perdre de temps, nous proposons les étapes suivantes :

1. caractérisation précise des phosphates ;

2. étude générale du problème de fertilisation axée sur l'utilisation de ces phosphates et établissement en commun d'un projet complet avec un partenaire local clairement identifié ;
3. faisabilité de ce projet ;
4. établissement d'un projet de coopération concret.

9.2. Les étapes des actions à entreprendre

1. *Envoi en France*
A Saint-Malo, de deux échantillons de phosphates de Lao Cai, catégories 1 et 2.
2. *Etude détaillée de caractérisation des phosphates*
3. *Etude et recherche d'un système de fertilisation économique basé sur l'utilisation de ces minerais, comprenant :*
 - diagnostic des types d'utilisation envisageables ;
 - préconisation des traitements nécessaires d'amélioration des phosphates ;
 - mise au point en pilote des produits sous leur forme commerciale ;
 - évaluation de l'efficacité agronomique des produits ;
 - sélection des produits intéressants en fonction de l'efficacité et du coût prévisible ;
 - fabrication en pilote d'échantillons représentatifs destinés aux essais aux champs ;
 - paramétrage des données techniques de fabrication ;
 - assistance aux essais agronomiques aux champs ;
 - formation éventuelle des intervenants locaux.
4. *Etude complète du projet de fertilisation, comprenant :*
 - plan d'approvisionnement des matières premières ;
 - production (produits, procédés et moyens de production, localisation des centres de transformation, plan d'exploitation, formulation, conditionnement, organisation de la production, etc.) ;
 - distribution, transports ;
 - commercialisation.
5. *Faisabilité économique et financière*
6. *Etablissement d'un projet de coopération*

Remarque

L'ensemble des étapes indiquées précédemment demande une coopération étroite avec divers intervenants locaux, aussi à notre avis est-il nécessaire de déterminer, dès le départ, un chef de file local qui aura la pleine responsabilité du projet.

9.3. Tests pour fabrication de phosphate partiellement solubilisé

Introduction

Avant d'envisager la fabrication de phosphate partiellement solubilisé, il convient d'effectuer en laboratoire et en station-pilote un certain nombre de tests, de mesures et d'analyses qui auront pour but de :

- caractériser les matières premières utilisées ;
- déterminer la matrice des attaques de solubilisation et les produits obtenus lors de ces attaques ;
- déterminer les conditions opératoires de fabrication ;
- déterminer la qualité des produits obtenus :
 - * efficacité agronomique,
 - * présentation,
 - * conservation,
 - * délitement ;
- déterminer les zones économiquement et agronomiquement intéressantes.

Préparation des essais

Matières premières

Echantillonner très soigneusement les phosphates à étudier.

(Ces échantillons devront être soigneusement conservés, car ils serviront pour l'ensemble des essais.)

Caractérisation du phosphate

Celle-ci devra être très complète et comprendra :

- | | |
|--|------------------------------|
| • Analyses chimiques | |
| P ₂ O ₅ total | MgO |
| P ₂ O ₅ soluble acide formique | Na ₂ O |
| Al ₂ O ₃ | K ₂ O |
| Fe ₂ O ₃ | F ⁻ |
| SiO ₂ total | Cl ⁻ |
| SiO ₂ solubilisable | SO ₄ ⁻ |
| Matières organiques totales | S ⁻ |

Matières organiques légères CO_2
Métaux lourds
CaO

- Analyses minéralogiques
Espèces minérales présentes
Répartition entre minéral intéressant et gangue
etc.
- Test additionnel de contrôle de solubilité
Analyses surface spécifique et solubilité formique en fonction des tranches granulométriques
- Mesure de paramètres technologiques
Aptitude au broyage (Work Index de Bond)
Abrasivité
Aptitude à l'agglomération
etc.
- Analyses physiques
Granulométrie du phosphate broyé
Diffraction RX pour détermination paramètres de l'apatite
Porosité (BET)
Eventuellement infraporosité
Thermogravimétrie
Analyse thermique différentielle
Potentiel Zéta
- Test spécial du P_2O_5
Solubilité dynamique

Conduite des essais

Matériels

- Un mélangeur Lodige à double enveloppe, équipé de :
 - un système de contrôle de température
 - un dispositif d'injection de liquides
 - un dispositif de contrôle du réchauffage
- Un turbo-granulateur Eirich, équipé de :
 - un système de contrôle de température
 - un dispositif d'injection de liquides
- Un réacteur de préparation des liqueurs d'attaque, comprenant :
 - un agitateur

- un serpentin de réchauffage
- un indicateur de température
- un indicateur de poids ou de niveau
- Un ensemble de pesage des constituants solides et liquides
- Un plateau granulateur à caractéristiques réglables :
 - pente
 - vitesse
 - injection de liquides
- Un sécheur fluidisé
- Une presse de compactage

Mode opératoire

A adapter selon le niveau des attaques et la qualité des phosphates utilisés.

Quantité minimum de phosphate moulu par essai = 25 kg.

Analyses

- P_2O_5 total
- P_2O_5 soluble acide formique 2%
- P_2O_5 soluble citrate
- P_2O_5 soluble eau
- P_2O_5 libre
- H_2O
- N, K_2O , CaO , MgO si nécessaire
- F^-

Tests agronomiques

- Essais en vase de végétation :
 - sur sols locaux
 - micro-graines
- Bilan utilisation P_2O_5 par méthode "dilution isotopique"
- Tests de classification relative d'efficacité en comparaison avec produits traditionnels

Tests chimiques

- Mesures de mobilité P_2O_5 et CaO par "méthode extraction dynamique"

Tests de granulation

- Mise au point des conditions de granulation :
 - en humide (granulation)
 - à sec (compactage)
- Fabrication d'échantillons de 200 kg utilisables pour essais aux champs

Tests de qualité

- Tests de prise en masse et traitements de protection
- Tests de délitement
- Tests d'évolution dans le temps

Tests de compatibilité et de conservation

- Urée
- Nitrate

Tests de fabrication d'engrais complexes

- En humide et à sec

Tests de confirmation d'intérêt

- Essais aux champs pour détermination coefficient statistique d'efficacité agronomique et acceptabilité par l'utilisateur final

10. CONCLUSION

Le Vietnam possède des atouts indéniables pour renforcer son industrie des engrais, disponibilité des matières premières, une agriculture dynamique, des hommes compétents et motivés.

Mais les contraintes économiques obligent à une réflexion de fond pour mieux valoriser ses ressources naturelles, pour trouver les solutions les plus adaptées et les plus économiques.

En effet, les réserves en phosphates sont importantes et variées, et cette variation suggère une utilisation spécifique de chaque catégorie, des

traitements appropriés d'enrichissement et de solubilisation pour fabriquer des engrais adaptés aux types de sols, climats, cultures, les plus efficaces aux moindres coûts, pour répondre aux attentes des agriculteurs concernant les équilibres de formulation, la présentation et les facilités d'utilisation.

Cette démarche raisonnée suppose une collaboration étroite entre les miniers, les industriels, les agronomes, les économistes, pour instaurer un dialogue nécessaire entre les fabricants et les utilisateurs des engrais. Dans ce contexte, nous serions heureux d'apporter notre contribution.

BIBLIOGRAPHIE

ESCAP-FADINAP, 1989

Supply, Marketing, Distribution and Use of Fertilizer in the Socialist Republic of Vietnam
Rapport en cours de publication

HOANG NGA DINH, 1986

Mineral Deposits for Fertilizers in Vietnam
ESCAP, Fertilizer Minerals in Asia and the Pacific, Vol. 1, 280-284

HUKE R. E., 1982

Agroclimatic and Dry Season Maps of South, Southeast, and East Asia
IRRI, Los Barrios, Philippines

FAO-UNESCO, 1979

Soil Map of the World, Vol. IX : Southeast Asia
UNESCO, Paris, France

Ministère de l'Agriculture et de l'Industrie Alimentaire

Rapport des campagnes hiver-printemps 1987-1988 et été-automne 1988. Programme Riz du Delta du Mékong, 84 p.

Institut des Sciences et Technologies Agricoles du Vietnam

- Résultats des recherches 1981-1986
Edition Agricole, Hanoi, 1988, 191 p.
- Le système agraire du Delta du Fleuve Rouge
Rapports ISTAVN, 1988, 9 p.

CLARK W. M., 1989

Agricultural and Food Production Sector Review Vietnam, Land and Water Resources
State Plan. Com./FAO, Rome, July 1989, 84 p.

MUST R. W., 1989

Agricultural and Food Production Sector Review Vietnam, Report of
the Agricultural Marketing Consultant
State Plan. Com./FAO, Rome, July 1989, 89 p.

ANNEXES

Itinéraire de la mission

Personnes rencontrées

Projet de Coopération présenté par l'ICI à la Commission Mixte

Mémoire avec l'ICI

Mémoire avec l'ITAS

Mémoire avec la province de Dong Thap

Données de base sur le Vietnam

Carte administrative

Pluviométrie annuelle

Régions climatiques

Les principales cultures

L'utilisation des sols

Principaux types de sols

ITINERAIRE DE LA MISSION

29 novembre 1989

Contact avec l'Institut de Chimie Industrielle, établissement du programme

30 novembre 1989

Réunion à l'ICI

1er décembre 1989

Visite à l'Institut des Sciences et Technologies Agricoles du Vietnam

2 décembre 1989

Départ à Hô Chi Minh Ville

3 décembre 1989

Visite dans la Province d'An Giang

4 décembre 1989

Visite dans la Province de Dong Thap

5 décembre 1989

Visite à l'Institut de Technologie Agricole du Sud

6 décembre 1989

Visite à l'Institut des Sols et des Engrais

7 décembre 1989

Visite à l'Institut de Recherche sur le Caoutchouc

PERSONNES RENCONTREES

Comité d'Etat du Plan

M. TRAN KHAI, Vice-Président
M. TRAN NGOC QUE, Chargé des Industries Chimiques

Comité d'Etat pour la Science et la Technologie (CEST)

M. MAI HUU DUA, Responsable du Secteur Engrais
M. DINH TRUNG DINH, Responsable du Secteur Industrie

Institut de Chimie Industrielle (ICI)

M. LE VAN NGUYEN, Directeur
M. NGUYEN PHIEU, Vice-Directeur
M. NGUYEN QUANG DAU, Chef du Département des Relations
Extérieures
Mme DO KIM YEN, Directeur du Centre de Recherche sur les
Engrais Minéraux
M. LE NGUYEN SOC, Directeur des Recherches sur les
Phosphates

Usine de Superphosphate de Lam Thao

M. NGUYEN XUAN THUY, Directeur

Institut des Sciences et Technologies Agricoles (ISTA)

M. DAO THE TUAN, Directeur
M. LE VAN TIEM, Responsable de la Fertilité des Sols

Institut de Technologie Agricole du Sud (ITAS)

M. TRAN THE THONG, Directeur
M. TRUONG CONG TIN, Directeur Adjoint
M. CONG DOAN SAT, Chef du Département Sols et Engrais

Comité du Peuple de la Province d'An Giang

M. NGUYEN HUU KHANH, Vice-Président
M. NGUYEN MINH NHI, Directeur des Services Agricoles

Comité du Peuple de la Province de Dong Thap
M. NGUYEN THANH PHONG, Président
M. VO THANH NGHIA, Vice-Président
M. NGUYEN BINH DAN, Directeur des Services Agricoles

Institut des Sols et Engrais
M. VU CAO THAI, Chef du Département Pédogenèse

Institut de Recherches sur le Caoutchouc
Mme NGUYEN THI HUE, Directeur Adjoint

Ambassade de France
M. Pierre-Dominique LUCIANI, Attaché Commercial
M. Fabrice DREYFUS, Chercheur, affecté au Ministère de
l'Agriculture et des Industries Alimentaires

FAO
M. Ferdinand DEYBACH, Conseiller Technique

SCPA
M. Jean-Luc RICHARD, Division Internationale
M. Marc BOUDIER, Représentant au Japon

1.-THEME: Etude sur la production d'engrais phosphatés à solubilité lente (encore appelés "engrais phosphatés partiellement solubilisés") - type d'engrais économiques et plus adaptés aux sols-climat-systèmes de culture du Vietnam, à partir essentiellement des phosphates de Lao Cai de deuxième catégorie.

2.-PARTENAIRES :

2.1. Phase de recherche et d'expérimentation:

a) Du côté vietnamien :

Institut de Chimie Industrielle (ICI)

MM. Lê-Văn-Nguyễn, Directeur

Lê-Nguyên-Sóc, chercheur, professeur

Quelques instituts agronomiques et écoles supérieures d'agriculture participent avec l'ICI dans la réalisation de cette phase.

Ce projet est patronné du côté vietnamien par M^r le Prof-Dr. Nguyễn Ngọc Trân, Vice-Président du Comité d'Etat des Sciences et Techniques, et par M^r le Prof. Trần Khải, Vice-Président du Comité d'Etat du Plan.

b) Du côté français :

+ Institut de Recherches Agronomiques Tropicales (IRAT/ CIRAD)

M^r Trương Bình, Docteur ès-sciences, Chef du Laboratoire Engrais et Amendements.

+ Société TECHNIFERT S.A.

M^r Christian Fayard, Président-Directeur Général.

2.2. Phase de l'étude de faisabilité :

Elargissement des partenaires pour couvrir la filière engrais (producteurs de matières premières, fabricants d'engrais, distributeurs, utilisateurs).

3.- BUT du PROJET :

3.1. Détermination des formules d'engrais phosphatés à solubilité lente économiques et plus efficaces, adaptées aux sols, au climat tropical du Vietnam, à base des phosphates de Lao Cai de 2^{ème} catégorie et des phosphates de l'extérieur (en vision pour le Sud). Mise au point en unité pilote.

3.2. Etude de faisabilité d'une ou de plusieurs unités (ou adaptation des unités existantes) pour la fabrication des produits sélectionnés.

3.3. Réalisation d'unités de production et constitution d'une Société Mixte pour l'exploitation de ces unités. Recherche d'accompagnement. Mise au point d'autres formules.

4.1. Phase de recherche et d'expérimentation:

a) Le côté français fournit 600.000 francs pour la réalisation de ce contenu :

- +Transport d'apatite et de sols du Vietnam en France et des produits fabriqués en France vers le Vietnam.
 - +Analyses fines des matières premières, étude des formules d'engrais, évaluation des produits en laboratoire et en serre, production en unité pilote en France.
 - +Deux missions de 15 jours de 2 spécialistes français au Vietnam, par an.
 - +Deux missions de 6 mois de 2 cadres vietnamiens en France.
 - +Un chercheur français sur place au Vietnam pour participation à l'expérimentation au champ. Subvention aux équipes vietnamiennes d'essais d'efficacité agronomique.
 - +Réunion de clôture de la première phase.
- b) Le côté vietnamien fournit 30.000.000 đồng pour la réalisation de ce contenu :
- +Collecte des échantillons d'apatite et de sols, transport au port de Haiphong.
 - +Transport intérieur des produits envoyés de France aux stations d'essais dans le pays.
 - +Essais d'efficacité agronomique aux champs du Vietnam.
 - +Etudes associées.
 - +Frais pour les cadres vietnamiens travaillant avec les spécialistes français durant la mission au Vietnam.
 - +Réunion de clôture de la première phase.

4.2. Phase d'étude de faisabilité :

On s'efforce de trouver le financement auprès des organismes appropriés.

PLAN DE RÉALISATIONA.- Phase de recherche et d'expérimentation (de Décembre 1989 à Juin 1991):

1. Inventaire sur les types de sols, les besoins en engrais suivant zones et espèces cultivées, les matières premières, les problèmes actuels de la production et de la consommation des engrais. (Mission d'inventaire et de programmation a été effectuée du 29 Novembre 1989 au 08 Décembre 1989).
2. Envoi à l'IRAT/CIRAD de 2 tonnes d'apatite de Lao Cai, de 2^e catégorie; 0,250 tonne d'apatite de Lao Cai de 1^{re} catégorie; 4 types de sols spécifiques du Delta du Fleuve Rouge; 5 types

- 3 -

de sols spécifiques du Delta du Mékong et des Hauts-Plateaux du Centre avec 20 kg pour chaque type de sol. Ces échantillons d'apatite et de sols ont été expédiés vers la France au fin de Janvier 1990.

3. La partie française effectue des analyses fines sur minerais et sols (2 mois), étudie les formules d'engrais phosphatés à solubilité lente économiques et efficaces (2 mois), les évalue en laboratoire et en serre (6 mois).
4. Choix de quelques formules pour mise au point en unité pilote (2 mois).
5. Expérimentation agronomique au Vietnam sur champs avec des engrais fabriqués en France et réexpédiés au Vietnam (4-5 mois).
6. Réunion de clôture de la 1^{ère} phase: phase de recherche et d'expérimentation.

B. Phase d'étude de faisabilité: de Juillet 1991 à Décembre 1991.

FIN

MEMORANDUM

Sur invitation de Monsieur Lê Văn Nguyễn , Directeur de l'Institut de Chimie Industrielle (ICI) , une mission de l'Institut de Recherches Agronomiques Tropicales (IRAT/ CIRAD) , de France s'est rendue au Vietnam du 29 novembre 1989 au 03 décembre 1989 .

Les Hôtes ont visité l'Institut de Chimie Industrielle , l'Institut Central de Recherches Agronomiques du Vietnam , l'Institut de Recherches Agronomiques du Sud et ont présenté un exposé devant les autorités administratives et scientifiques du Vietnam sur les problèmes relatifs à la production d'engrais - en particulier des engrais phosphatés partiellement solubilisés .

Les deux parties ont discuté sur les sujets possibles de coopération technico- scientifique et économique pour l'étude et la production des engrais , et l'utilisation rationnelle des phosphates de Lao Cai .

Sont présents à la discussion :

- Du côté français :

+ Monsieur Christian Fayard , Président - Directeur Général de la Société TECHNIFERT S.A.

+ Monsieur Trương Bình , Chef du Laboratoire " Engrais et Amendements " de l'IRAT/CIRAD .

- Du côté vietnamien :

+ Monsieur Lê Văn Nguyễn , Directeur de l'Institut de Chimie Industrielle (ICI) , Secrétaire Général de la Société Chimique du Vietnam .

+ Madame Võ Kim Yến , Directrice du Centre de Chimie Minérale et Engrais de l'ICI

+ Monsieur Nguyễn Huy Phiêu , Vice - Directeur de l'ICI

+ Monsieur Lê Nguyễn Sốc , Professeur à l'ICI

+ Monsieur Nguyễn Quang Đầu , Chef de Bureau - Chargé des Relations Extérieures de l'ICI .

Le Vietnam envisage de modifier sa politique de production d'engrais phosphatés , compte tenu des problèmes rencontrés dans la commercialisation du superphosphate simple et de l'épuisement prochain de la catégorie la plus riche du gise-

ment de Lao Cai .

Il souhaite à cette occasion explorer les possibilités de fabriquer des engrais plus économiques et plus adaptés aux conditions d'utilisation du pays .

Les deux parties se sont mises d'accord sur le programme de coopération et de collaboration suivant :

1. Collecte par la partie vietnamienne des informations concernant la consommation et le marché des engrais , par type d'engrais , par culture , par province .
2. Fourniture à la partie française des formules d'engrais les plus adaptées aux besoins des sols et des cultures, déterminées par la recherche agronomique vietnamienne .
3. Fourniture des échantillons de phosphates suivants :
 - 250 kg de produit inférieur à 10 mm de la catégorie 1 et 0,500 kg du même produit broyé dans l'installation industrielle alimentant l'atelier de fabrication de SSP
 - 1000 kg de produit inférieur à 10 mm de la catégorie 2
 Les frais de transport de ces échantillons en France seront couverts par le côté français .
4. La partie française effectuera les analyses minéralogiques , cristallographiques , chimiques et les solubilités sur les différents échantillons ; elle fera des essais de préenrichissement sur l'échantillon de la catégorie 2 .
5. La partie française effectuera les attaques partielles et totales sulfuriques et complexes , en unité semi-industrielle
6. Sur les échantillons ainsi traités elle fera une évaluation de leur solubilité dans les différents réactifs et un essai en vases de végétation sur deux types de sols pour déterminer leur efficacité agronomique .
7. A cet effet la partie vietnamienne fournira deux échantillons de sols de 20 kg chacun , représentatifs des régions potentiellement utilisatrices de ces engrais .
8. La partie vietnamienne effectuera des essais en vases sur ces deux mêmes sols , plus éventuellement , sur d'autres sols pour mieux couvrir la gamme des sols du pays .

9. La partie française fournira des échantillons de phosphates partiellement solubilisés pour des analyses chimiques de contrôle et d'étalonnage, des essais en vases et des essais aux champs.

10. La partie vietnamienne effectuera, en coopération avec les autres partenaires vietnamiens (Institut/de Recherches Agronomiques du Vietnam, Institut des Central sols et des engrais), des essais aux champs sur deux produits sélectionnés pour leur efficacité agronomique (en vases) et leur intérêt économique.

L'Institut de Chimie Industrielle s'assurera de la collaboration des partenaires vietnamiens, y compris les producteurs de phosphates et d'engrais.

Chaque partie prendra en charge les frais des travaux effectués dans chaque pays.

Ces travaux constituent la première phase d'un programme de coopération, qui a pour but de :

- adapter les installations existantes pour la fabrication des produits sélectionnés
- et, ou la mise en oeuvre de nouveaux ateliers de production.

A cet effet une étude de faisabilité devra être effectuée, les partenaires s'efforceront d'en trouver le financement auprès des organismes appropriés.

Cette collaboration pourra aller jusqu'à la constitution d'une société mixte pour l'exploitation de ces ateliers.

Les hôtes remercient l'ICI de son accueil amical.

Pour la Société
TECHNIFERT,
Le Président-Directeur
Général



Christian Fayard

Pour l'IRAT/CIRAD Pour l'Institut
de Chimie Industrielle,
Le Directeur



Trương Bình



Lê Văn Nguyễn

MEMORANDUM

- Entre d'une part :

L'Institut de Technologie Agricole du Sud Vietnam (ITA),
représenté par Monsieur TRUONG CONG TIN,

L'Institut de Chimie Industrielle (ICI), représenté par
Monsieur LE NGUYEN SOC,

- Et d'autre part :

Monsieur CHRISTIAN FAYARD, Président de TECHNIFERT S.A.,
Monsieur TRUONG BINH, de l'IRAT/CIRAD,

- Après discussion, les parties ont convenu de l'opportunité, de
signer un memorandum portant sur les points suivants :

Considerations :

1. Le Sud Vietnam représente une région importante au point de
vue agricole et économique et consomme une part primordiale des
engrais dans le pays.

2. Pour soutenir son développement et améliorer la productivité
des zones difficiles (sulfato-acides, alunés, ...) il est sou-
haitable d'envisager une filière d'engrais intégrée, plus adaptée
aux conditions des sols et des cultures, plus efficace et plus
économique.

3. Une filière intégrée suppose une définition des vrais besoins,
des problèmes spécifiques par zone, un inventaire des matières
premières disponibles, une étude logistique d'approvisionnement
et de distribution, une technologie appropriée de fabrication des
engrais, une étude économique de l'ensemble de la chaîne

La démarche comporterait trois phases :

- La recherche des solutions les plus adaptées et les plus écono-
miques.
- Une étude de faisabilité de la filière.
- La réalisation industrielle avec les différents partenaires.

Première phase : Recherche

a. Définition des besoins : consommation par types d'engrais, par
cultures, par zone. Identification des problèmes spécifiques des
sols. Définition des formules les plus adaptées.

b. Inventaire et étude des matières premières les plus adaptées.

à l'intérieur et à l'extérieur du pays.

c. Etude des process de fabrication en fonction des matières premières, de l'environnement technologique et logistique.

d. Mise au point des formules d'engrais les plus adaptées et les plus économiques, en fonction des besoins et des matières premières disponibles.

e. Evaluation en laboratoire, en milieux contrôlés et aux champs de ces formules, dans les régions écologiques potentiellement utilisatrices de ces engrais.

Cette étude devrait être effectuée en commun, par des partenaires vietnamiens et étrangers, de façon pluri-disciplinaires, en mobilisant les compétences de chacun et leur connaissance approfondie du milieu. Il devrait être prévu rapidement un coordination du côté vietnamien et français.

Les autres phases du projet étant conditionnées par le succès de cette première phase et feront l'objet de discussion en temps utile.

Fait à HoChiMinh ville, le 5 Decembre 1989.

P. ICI

P. IRAT/CIRAD

P. TECHNIFERT S.A.

Le Président,

Le Vice-Directeur

LE NGUYEN SOC

TRUONG BINH

C. FAYARD



TRUONG CONG TIN

MEMORANDUM

Entre d'une part:

La province de Đồng Tháp, représentée par Mr N guyễn Thanh Phong,
Président du Comité du Peuple de la province

D'autre part:

M. Christian Fayard, Président de TECHNIFERT S.A.

Mr Truong Binh, de l'IRAT/Cirad

Et d'autre part:

Mr Le Nguyen Soc, de l'Institut de Chimie Industrielle

Après discussion les parties ont convenu de l'opportunité de
signer un mémorandum portant sur les points suivants:

Considérations:

- 1- Le delta du Mékong représente la première région agricole du Vietnam et consomme le plus d'engrais dans le pays.
- 2_ Pour soutenir son développement et améliorer la productivité des zones difficiles (sulfato-acides, alunés, ... il est souhaitable d'envisager une filière d'engrais intégrée, plus adaptée aux conditions des sols et des cultures, plus efficace et plus économiques.
- 3_ Une filière intégrée suppose une définition des vrais besoins, des problèmes spécifiques par zone, un inventaire des matières premières disponibles, une étude logistique d'approvisionnement et de distribution, une technologie appropriée de fabrication des engrais, une étude économique de l'ensemble de la chaîne.

La démarche comporterait trois phases:

- La recherche des solutions les plus adaptés et les plus économiques
- Une étude de faisabilité de la filière.
- La réalisation industrielle avec les différents partenaires.

Première phase: Recherche

- a- Définition des besoins: consommation par types d'engrais, par cultures, par zone. Identification des problèmes spécifiques des sols. Définition des formules les plus adaptées.
- b- Inventaire et étude des matières premières les plus adaptées, à l'intérieur et à l'extérieur du pays.
- c- Étude des process de fabrication en fonction des matières premières, de l'environnement technologique et logistique.
- d- Mise au point des formules d'engrais les plus adaptées et les plus économiques, en fonction des besoins et des matières premières disponibles.
- e- Évaluation en laboratoire, en milieux contrôlés et aux champs de ces formules, dans les régions écologiques potentiellement utilisatrices de ces engrais.

-2-

Cette étude devrait être effectuée en commun, par des partenaires vietnamiens et étrangers, de façon plus disciplinaires, en mobilisant les compétences de chacun et leur connaissances approfondies du milieu. Il devrait être prévu rapidement une coordination du côté vietnamien et français.

Les autres phases du projet étant conditionnées par le succès de cette première phase et ferait l'objet de discussions en temps utile.

Fait à Cao-Lanh, le 4 Décembre 1989

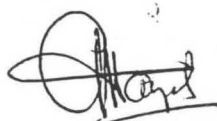
P. l'Institut de
Chimie Industrielle

P. IRAT/CIRAD

P. TECHNIFERT S.A.
Le Président,

P. la province
de Dong Thap,
Le Président,







Le N guyen Soc

Truong Binh

Christian Fayard

Nguyen Thanh Phong

REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES PROVINCES

Régions du Nord

Montagneuses : Ha Tuyen, Cao Bang, Lang Son, Lai Chau, Hoang
Lien Son, Son La, Quang Ninh
Intermédiaires : Bac Thai, Vinh Phu, Ha Bac

Delta du Fleuve Rouge

Ha Noi, Hai Phong, Ha Son Binh, Hai Hung, Thai Binh, Ha Nam
Ninh

Régions du Centre

4^{ème} Région : Thanh Hoa, Nghe Tinh, Binh Tri Thien
5^{ème} Région : Quang Nam-Da Nang, Nghia Binh, Phu Khanh,
Thuan Hai

Hauts-Plateaux

Gia Lai-Kon Tum, Dac Lac, Lam Dong

Nord-Est du Mékong

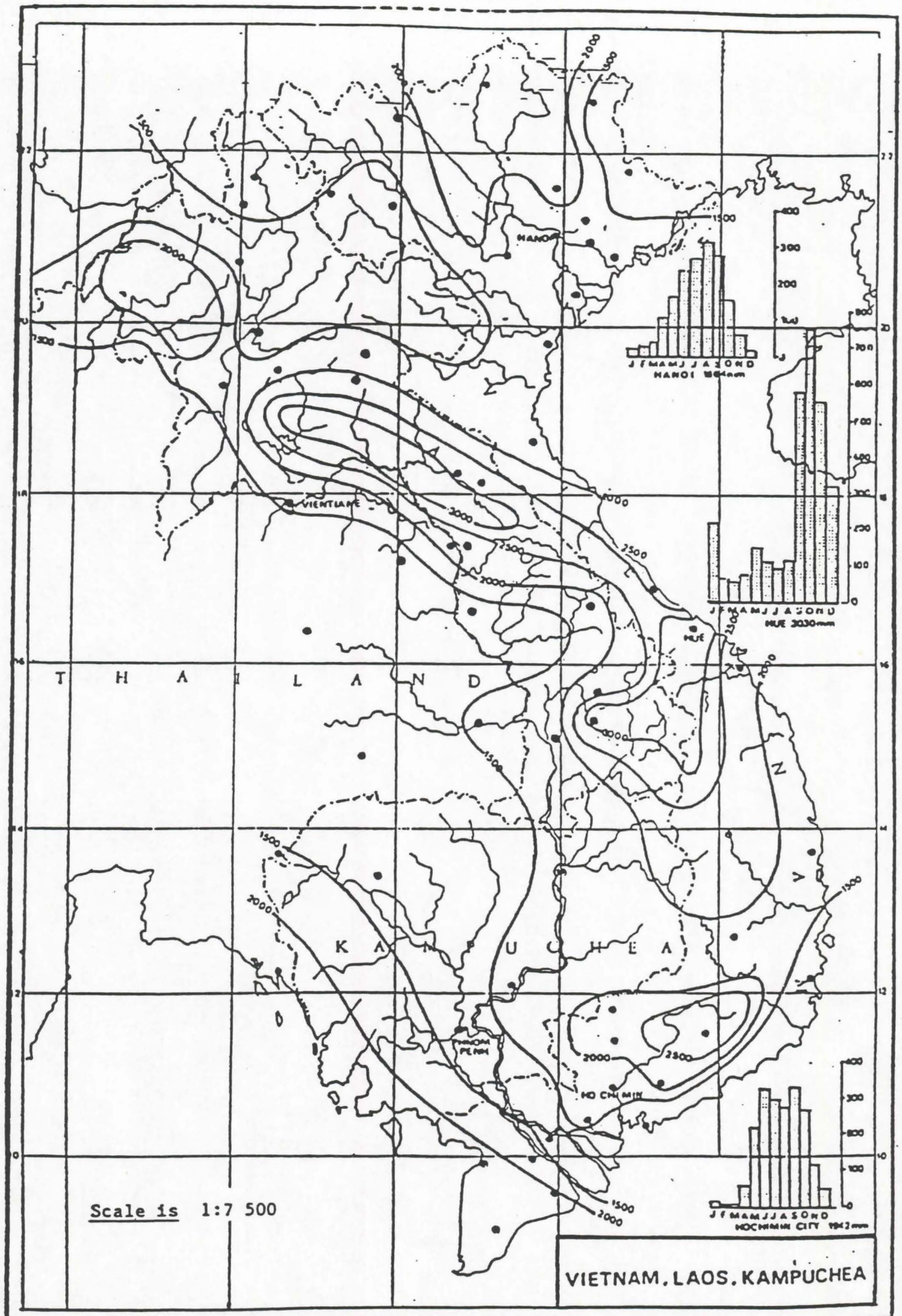
Ho Chi Minh, Song Be, Tay Ninh, Dong Nai, Vung Tau-Con Dao

Delta du Mékong

Long An, Dong Thap, An Giang, Tien Giang, Ben Tre, Cuu Long,
Hau Giang, Kien Giang, Minh Mai

-56-





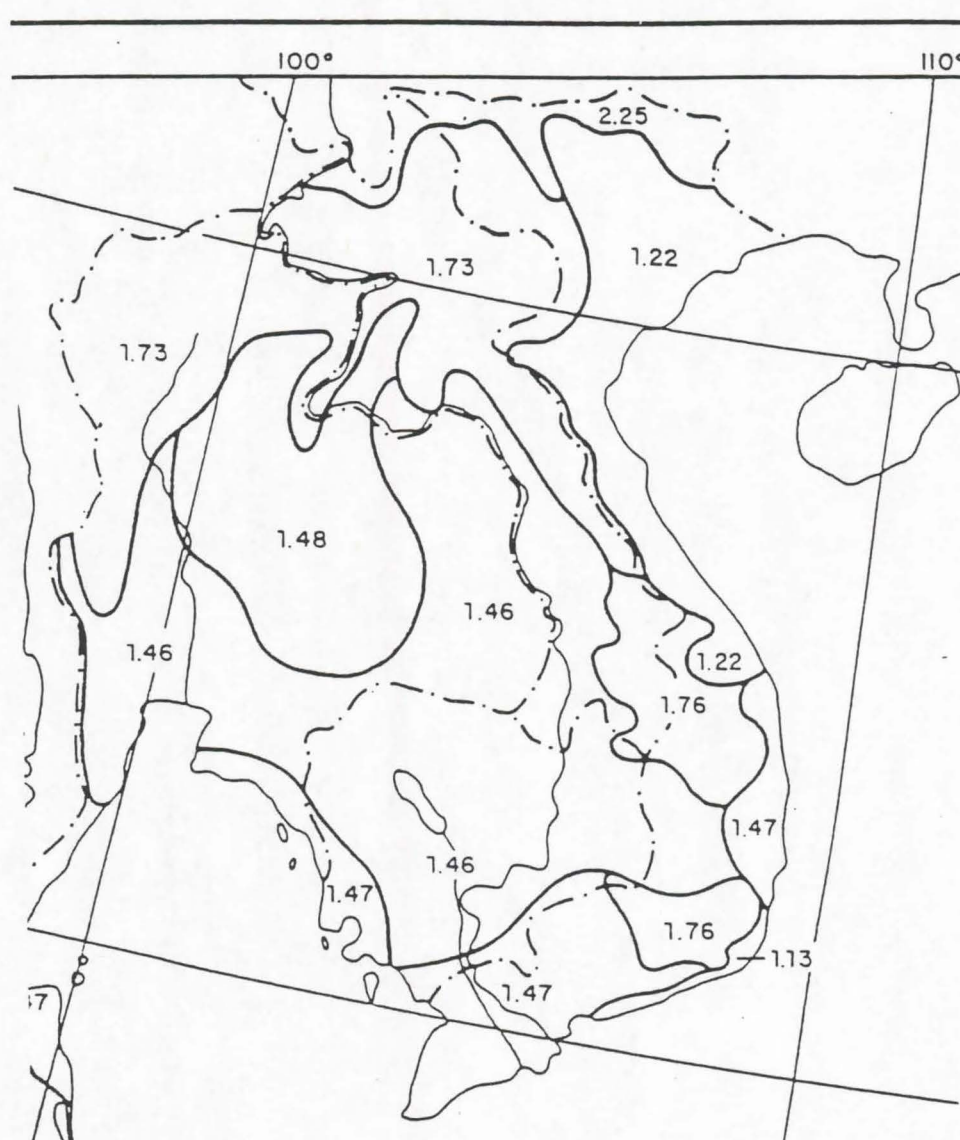
Annual rainfall
Source : W.M. CLARK, 1989

REGIONS CLIMATIQUES DU VIETNAM

Source : rapport 1988 de l'Institut des Sciences et Technologies Agricoles du VIETNAM

Regions et sous regions	Nombre de jours ayant :		
	t° < 20° C	t° > 28° C	P/E < 0,5
1 - Nord-Est	120-150 (nov-mar)	0	60- 90 (dec-fev)
2 - Nord	90-120 (dec-mar)	30- 90 (juin-aout)	60- 90 (dec-fev)
3 - Nord-Ouest	90-120 (dec-mar)	0	120-150 (nov-mar)
4 - Centre-Nord	30- 90 (dec-fev)	90-120 (mai-aout)	0
5 - Centre-Sud (Nord)	0	30-150 (mai-sept)	30- 60 (mar-avr)
(Sud)	0	30-150 (mai-sept)	120-220 (fev-aout)
6 - Plateaux (Nord)	0- 60 (dec-jan)	0	90-120 (dec-fev)
(Sud)	0- 60 (dec-jan)	0	30- 90 (dec-fev)
7 - Sud-Est	0	30- 60 (avril-mai)	90-120 (dec-mars)
Sud-Ouest	0	30- 60 (avril-mai)	120-150 (dec-avril)
Sud-Sud	0	30- 60 (avril-mai)	90-120 (jan-mars)

P/E : Precipitation/Evaporation



1.11	EVER-HUMID SEMIHOT EQUATORIAL
1.12	HUMID SEMIHOT EQUATORIAL
1.13	MOIST MONSOON SEMIHOT EQUATORIAL
1.14	MOIST/DRY SEMIHOT EQUATORIAL
1.22	HUMID SEMIHOT TROPICAL
1.46	MOIST/DRY HOT EQUATORIAL
1.47	MOIST MONSOON HOT TROPICAL
1.48	MOIST/DRY HOT TROPICAL
1.71	EVER-HUMID TIERRA TEMPLADA
1.72	HUMID TIERRA TEMPLADA
1.73	MOIST MONSOON TIERRA TEMPLADA
1.75	EVER-HUMID/COOL TIERRA TEMPLADA
1.76	HUMID/COOL TIERRA TEMPLADA
2.25	LOW TIERRA FRIA
2.7	ANDINE TAIGA

Source : FAO, UNESCO - 1979

Les principales cultures

Source : Annuaire Statistiques du Vietnam, Hanoi, 1986

	Superficie (1.000 ha)	Rendement (qx/ha)	Production (1.000 T)
Riz	5 670	27,0	15 613,0
Maïs	383	13,0	524,0
Racines et tubercules	923	58,0	5 420,0
Arachide	169	9,5	162,0
Canne à sucre	164	394,0	6 477,0
Soja	88	7,5	66,0
Coton	14	3,2	4,5
Jute	22	21,0	48,0
Thé	50	4,8	24,0
Café	39	2,0	7,8
Hévéa	145	3,2	47,0

Utilisation des sols

Source : Annuaire Statistiques du Vietnam, Hanoi, 1986

	Surface (1.000 ha)	%
Superficie totale	33 168	100,0
Superficie cultivée	6 953	21,0
Superficie cultures annuelles	5 999	18,0
Superficie cultures pérennes	565	1,7
Superficie pâturages	272	0,8
Superficie potentiellement cultivable	2 8 12	8,5
Superficie des forêts	13 403	40,0
Superficie potentielle pour sylviculture	6 547	19,7

Répartition des zones agricoles

Source : Annuaire Statistiques du Vietnam, Hanoi, 1986

	Superficie (1.000 ha)	%
Zone montagneuse du Nord	1 186	17,0
Delta du Fleuve Rouge	820	11,8
Zone côtière du Nord	773	11,1
Zone côtière du Sud	590	8,5
Hauts-Plateaux du Centre	346	4,9
Zone orientale du Sud	707	10,2
Delta du Mékong	2 528	36,4

Répartition des principaux types de sols du Vietnam, en milliers d'hectares

Source : Ministère de l'Agriculture et des Industries Alimentaires, 1987

Types de sols	Ensemble du pays	Régions montagneuses du Nord	Delta du Fleuve Rouge	Régions du Centre	Hauts-Plateaux de l'Ouest	Nord-Est du Mékong	Delta du Mékong
Sols rouges/jaunes	15 815	5 612	366	5 804	3 078	9 22	30
Sols rouges/jaunes humiques des montagnes	2 976	1 966	38	801	170		
Sols alluviaux	2 936	264	599	852	174	102	960
Sols gris dégradés	2 481	112	21	455	812	904	49
Sols sulfatés	2 140	7	79	28		139	1 885
Sols salés	991	43	90	116		37	703
Sols "squelettiques"	505	25	12	267	172	3	24
Sols sableux des côtes	502	9	4	415		22	49